

# 14.

## A problémamegoldó gondolkodás mérése online tesztkörnyezetben

***Molnár Gyöngyvér***

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Intézet

***Pásztor-Kovács Anita***

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

### Bevezetés

A problémamegoldó képesség az emberiség egyik legfontosabb, túlélését és fejlődését leginkább meghatározó képessége. Ennek köszönhetően tetteink előtt gondolkodunk, ami jelentős mértékben megnöveli az ember és környezete közötti interakció hatékonyságát, és biztosítja, hogy lehetőségeink szerint a legjobb döntést hozzuk meg az adott szituációban. Problémamegoldó képességünk lehetővé teszi, hogy olyan célokat, megoldási lehetőségeket is megvalósítsunk, melyeket különben nem érnénk el.

A problémamegoldó képességek és mechanizmusainak sokféleségét jellemzi, hogy számos, különböző típusú problémával találkozunk életünk során (Molnár, 2013a). Vannak, amelyek ismerősek, amelyekhez hasonlókkal korábban már találkoztunk, esetleg sikeresen megoldottunk, és vannak teljesen újak (Reeff, Zabal és Blech, 2006). Találkozunk könnyebben megoldható és bonyolultabb, összetettebb megoldási módot kívánó problémákkal (Frensch és Funke, 1995). Léteznek kevésbé jól meghatározott, úgynevezett rosszul definiált, és vannak jól definiált, pontos cél(oka)t tartalmazó problémák (Schraw, Dunkle és Bendixen, 1995; Jonassen, 1997). A problémák egy részében nem változnak a rendelkezésre álló információk, míg dinamikus problémák esetén folyamatosan változó környezetben kell megtalálni az optimális megoldást. Összességében komplex, ugyanakkor az egész életünket jelentős mértékben meghatározó, sőt a 21. század gyorsan változó társadalmában egyre fontosabb szerepet betöltő képességről van szó. Mint a tanulás, a tanultak mindennapi életben való alkalmazásának egyik alapvető fontosságú képessége, az ezredforduló óta az egyik

legtöbbet vizsgált gondolkodási képességévé vált (Molnár, Greiff és Csapó, 2013). Többek között kiemelt helyet foglal el a legnagyobb nemzetközi pedagógiai mérés-értékeléssel foglalkozó kutatásokban (pl. OECD PISA-mérések [OECD, 2004, 2010], NAEP kutatások [Bennett, Persky, Weiss és Jenkins, 2007], ATCS21 projekt [Griffin, McGaw és Care, 2012]), valamint a 21. század kulcsfontosságú képességei közé sorolták (Scottish Qualifications Authority, 2003; European Parliament, 2006, lásd Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-Ricci és Rumble, 2011). Mérésére, fejlesztésére számos ország nagy hangsúlyt fektet, oktatási programjuk szerves részét alkotja (OECD, 2010).

A tanulmány keretein belül célunk a problémamegoldó képesség legújabb mérés-értékelési tendenciáinak áttekintése, külön hangsúlyt fektetve (1) a pedagógiai kontextusban történő mérési lehetőségekre, (2) az elmúlt 10 év szegedi műhelyhez köthető, papíralapú tesztekre alapozó kutatásainak áttekintésére, (3) a számítógép-alapú tesztelés nyújtotta lehetőségek és igények ismertetésére. A tanulmány második felében (4) egy nemzetközi kooperációban megvalósuló, harmadik generációs számítógép-alapú, a dinamikus problémamegoldó gondolkodás fejlődését tág életkori intervallumban vizsgáló kutatás eredményeiről számolunk be, és felvázoljuk a továbbblépés lehetőségeit.

## A problémamegoldó képesség mérésének elméleti háttere

„Egész életünk problémamegoldás” (Popper, 1999), de hogyan tudnánk meghatározni a problémát és modellezni a problémamegoldó képesség használatának folyamatát, a problémamegoldást kutatási perspektívából? Hogyan jellemezhető a problémamegoldó képesség, és mikor van szükségünk alkalmazására? A problémamegoldó képesség összetettségét mutatja, hogy kutatása közel 100 éves múlttal rendelkezik, egészen a 20. század elejéig, a Gestalt-pszichológiáig nyúlik vissza, sőt az ezredforduló után a klasszikus műveltségterületek (matematika, természettudományok és olvasás) mellett helyet kapott a legprominensebb nagymintás nemzetközi kutatásokban is (pl. OECD PISA). Ennek ellenére nincs egységes, mindenki által elfogadott meghatározás a területen. Sőt a PISA-mérések keretein belül 2003-, 2012- és 2015-ben végzett és tervezett kutatások problémamegoldó modelljei is jelentős mértékben különböznek egymástól, más-más fókusz-

ból vizsgálják a 15 éves diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét.

Miután a problémamegoldó képesség fejlettségi szintjének nagymintás mérésére nemzetközi szinten először a PISA-kutatások keretein belül vállalkoztak a kutatók, ezért a továbbiakban a problémamegoldó képesség meghatározásának változását a PISA-kutatások elméleti alapját adó elméleti keretrendszerekre építjük, elfogadva és építve azon kutatási eredményekre (Sternberg, 1995; Novik, Hurley és Francis, 1999; Funke, 2001, 2010), melyek szerint függetlenül a megoldandó probléma természetétől (pl. komplex, interaktív vagy kollaboratív) a problémamegoldó képességet számos általános gondolkodási képességünk is meghatározza. Releváns kutatási irány, ha általánosságban és nem csak problémátípus-specifikusan beszélünk a problémamegoldó képességről, ezen kutatások rövid történeti kitekintését lásd Molnár (2013a) tanulmányában.

A 2000-ben induló, ma már több mint 70 ország több mint félmillió 15 éves diákjának részvételével zajló OECD PISA-kutatássorozat korábban nem tapasztalt fejlődést indukált a pedagógiai mérés-értékelés területén, így a problémamegoldó képesség kutatásában is. A PISA-felmérés nem vállalkozott és nem is vállalkozhatott a korábbi kutatások, elméleti modellek szintetizálására, a problémamegoldó képesség korábban vizsgált dimenzióinak egyesítésére. A mérések alapját képező elméleti keretrendszer célja egy világszerte elfogadható, papíralapú méréssel kultúrafüggetlenül megvalósítható, ugyanakkor a kognitív tudományok legújabb kutatási eredményeire építő és a 21. század igényeihez illeszkedő modell kidolgozása volt. A 2003-ban újonnan kidolgozott elméleti keret fő vázát ezért Pólya György mai napig széles körben ismert és elfogadott problémamegoldás-modellje alkotta (Pólya, 1957, 1969). A modell egyes részei, a problémamegoldás folyamatának fő fázisai a későbbi (2012 és 2015) kutatások elméleti keretrendszerében is megtalálhatók: a probléma azonosítása, megértése, reprezentációja mint a tudás elsajátítása, a probléma megoldása és az eredmények kommunikálása mint a tudás alkalmazása.

A 2003-as PISA-kutatás alapját adó meghatározás értelmében a problémamegoldás az „egyén képessége arra, hogy kognitív eljárásokat használjon olyan valós, tudományterületeket átfogó helyzetekben, amikor a megoldás menete nem egyértelmű, és a megoldás folyamán alkalmazandó ismeretek nem kizárólagosan egy konkrét tudományterületről (matematika, természettudomány vagy olvasás) származnak” (OECD, 2003, 156.). A ku-

tatás során – a papíralapú mérés adta korlátok között – alkalmazott problémák kontextusa eltávolodott az iskolában megszokott szövegkörnyezettől, és helyet kaptak a mindennapi élettel, a munkával és a szórakozással kapcsolatosan felmerülő problémák. A problémák megoldása során felhasználandó tudásterületek – kielégítve az életszerűség és a valóság kritériumait is – nem kizárólagosan egy-egy speciális tudományterületről, hanem tudományterületeket összekötve, számos forrásból származtak, tartalmaztak elemeket (Csapó, 2005; Molnár, 2006). A kutatás utólagos korlátjaként fogalmazódott meg, hogy számos diák interaktívan is kipróbálta volna a problémahelyzetek adta különböző lehetőségeket, alkalmazva a problémamegoldó képesség működését jellemző próba és hiba (trial and error) stratégiát, azonban erre papíralapon nem volt lehetőség. Ennek hatására a problémamegoldó képesség újabb dimenzióinak kutatását lehetővé téve a 2012-es adatfelvétel már számítógép-alapon valósult meg.

A 2012-ben megvalósuló PISA-kutatásban a számítógép-alapú tesztelés adta lehetőségek kihasználásával kiküszöbölték a 2003-as kutatás egyik fő korlátját, az interaktivitás hiányát. A problémamegoldó gondolkodás 2003-as elméleti modelljéhez képest egy más, interaktívabb és a technológiát még inkább középpontba állító modellt dolgoztak ki – továbbra is alapvetően a Pólya-modellre alapozva. A szakértői csoportok által kidolgozott definíció értelmében az interaktív, dinamikus problémamegoldó képesség az a képességünk, amellyel „interakciók segítségével különböző technológiai eszközök ismeretlen felépítését térképezzük fel bizonyos célok elérése érdekében” (OECD, 2010). A kutatás során alkalmazott problémák már egyetlen tudományterülethez sem kötődtek, területáltalános és a tesztelt személy interakciója hatására statikus helyzetekből álló dinamikusan változó problémák voltak. A számítógép-alapú tesztelés adta lehetőségek további kihasználási területe az adatfelvétel során keletkezett logfájlok elemzése, amely elemzésektől még részletesebb, a problémamegoldás folyamatának alaposabb elemzése és megértése várható.

A 2015-ben esedékes PISA-kutatás a munkaerőpiaci igényeket követve már nem egyéni, hanem társas környezetben vizsgálja a diákok problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét. Megtartja a 2012-es elméleti koncepció interaktivitását és technológiaorientáltságát (Greiff, Holt és Funke, 2013), kiegészítve eddig nem vizsgált nem kognitív képességekkel, úgynevezett szociális képességekkel. Az ATCS21 projekt eredményeire (Griffin, McGaw és Care, 2012) is építő elméleti keretrendszer és a ku-

tatás során közvetített problémák még kidolgozás alatt állnak, ugyanakkor az előzetes empirikus eredmények arra utalnak, hogy a problémamegoldó képesség ezen kollaboratív-szociális dimenzióból is mérhető, és fejlettségi szintje számszerűsíthető (*Greiff és mtsai.*, 2013; *OECD*, 2013).

Összefoglalóan, hasonlóan a mindennapi élet problémáinak változatosságához, a problémamegoldó képesség mérése pedagógiai kontextusban is számos perspektívából valósítható meg. Az alkalmazott problémák a probléma kontextusa szerint lehetnek területspecifikus vagy konkrét tudományterülethez nem kötődő problémák (*Molnár*, 2013a). A problémahelyzet természete szerint lehetnek ismerős vagy teljesen új problémák (*Reeff, Zabal és Blech*, 2006), lehetnek könnyebben megoldható vagy komplexebb, bonyolultabb megoldási módot kívánó problémák (*Frensch és Funke*, 1995), lehetnek kevésbé jól definiált vagy több jól definiált célt tartalmazó problémák (*Schraw, Dunkle és Bendixen*, 1995; *Jonassen*, 1997), illetve lehetnek statikus vagy időben dinamikusan változó, interaktív problémák (*OECD*, 2010). Az adott problémán (együtt) dolgozók száma szerint elkülönítjük az egyéni, illetve a társas, csoportban történő, kollaboratív problémamegoldó képességet. Ahogy a kutatások alapját jelentő modellek, meghatározások, megközelítések és mérési lehetőségek változnak, úgy módosulnak az alkalmazott problémák és problémahelyzetek is.

## A problémamegoldó képesség mérése papíralapú tesztekkel

Az ezredfordulóig a problémamegoldással kapcsolatos hazai empirikus kutatások alapvetően papíralapú tesztekre alapozó, egy-egy tudományterülethez kötődő problémákat alkalmazó, pilot jellegű vizsgálatok voltak. Matematikai eszközökkel megoldható problémák megoldási képességét vizsgálta *Kontra* (1996), biológiához kötődő problémamegoldást *Revákné Markóczy* (2001), míg *Molnár* (2001) mind matematikával, mind természettudományokkal kapcsolatos problémák megoldási képességével foglalkozott papíralapú tesztekre alapozó kutatásaiban.

A nemzetközi tendenciáknak megfelelően, a nemzetközi nagymintás mérések hatására az ezredforduló után hazánkban is fellendültek a problémamegoldó gondolkodás fejlődésével, az azt befolyásoló tényezők feltérképezésével és a fejlesztés lehetőségeivel kapcsolatos kutatások (lásd pl.

Molnár, 2002, 2006, 2010, 2012, 2013a; Revákné Markóczi, Tóth és Tóthné Kosztin, 2009; Molnár, Greiff és Csapó, 2013). A hazai kutatásokat, hasonlóan a nagy nemzetközi vizsgálatok adatfelvételeihez, az ezredforduló első tíz évében alapvetően papíralapú tesztekkel végezték, statikus és terület-specifikus problémákat alkalmazva osztálytermi környezetben, az egyéni képességfejlettséget vizsgálva.

A továbbiakban a szegedi műhelyhez köthető, területspecifikus, a komplex problémamegoldó képesség fejlődését középpontba állító, 2001 és 2011 között zajló kutatások elméleti keretrendszerét és felépítését tekintjük át dióhéjban. Az ezredforduló után induló kutatássorozat keretein belül a problémamegoldó képesség vizsgálatának új szemléletű modellje és az arra építő, mára már 100 problémát tartalmazó tesztrendszere került kidolgozására.

A kutatás keretrendszere integrálta mind az amerikai, mind az európai, valamint a 2000-ben induló OECD PISA-vizsgálatok műveltségkonceptiójának szemléletét. Az újonnan kidolgozott, korábban innovatívnak számító keretrendszernek megfelelően a kutatás problémái matematikai és/vagy természettudományi ismeretekkel megoldható, életszerű kontextusba ágyazott (pl. iskolai vagy családi kirándulás, pizzarendelés, vásárlás), szemantikailag gazdag problémák voltak, melyek tág életkori intervallumban tették lehetővé a diákok alkalmazható tudásának papíralapú tesztekkel való vizsgálatát. A 14.1. ábra a feladatbank egy-egy problémáját szemlélteti.

Az alkalmazott problémák alapvetően három csoportba voltak sorolhatók: problémák, melyek (1) ha nem is a megszokott iskolai, de életszerű formában a megoldáshoz szükséges összes információt tartalmazták, (2) nem tartalmazták a megoldásukhoz szükséges összes információt, ugyanakkor a hiányzó információk az adott évfolyamon a tananyag részét képezték, (3) szintén nem tartalmazták a megoldáshoz szükséges minden háttérinformációt, azonban azokkal a tanulók, ha nem is tanórán, de a hétköznapi életben találkozhattak. A feladatlapokon szereplő és a későbbi elemzésekbe bevont problémák közül 28 sorolható az első, 47 a második és 25 a harmadik kategóriába (részletesebb leírást lásd Molnár, 2006, 2013a).

A vizsgált időszakban történt hat nagymintás, a 3–11. évfolyam problémamegoldó képességének fejlődését és annak változását keresztmetszeti és longitudinális adatfelvételek segítségével végző kutatásban összesen 23 922 diák képességszintmérése, illetve közel 1000 diák követéses vizsgálata valósult meg (részletesen a kutatások felépítéséről és főbb eredményeiről lásd Molnár, 2013a). A kutatások felépítése, a különböző évfolyamok és adatfelvéte-

lek tesztjeinek horgonyitemekkel való összekötése a valószínűségi tesztelmélet eszközrendszerével (Molnár, 2013b) lehetővé tette az eredmények közös képességskálára hozását, és megvalósította direkt összehasonlíthatóságát.

### Apród pizzák

	Normal	Small	Medium	Large
<b>P Sajtos</b> mozarella, sajt parmezán, olaj	230	330	590	2090
<b>P Szendvics</b> szendvics, krumpli, sajt	430	530	990	2090
<b>P Gombás</b> mozarella, gomba, sajt	430	530	990	2090
<b>P Káposztás</b> mozarella, káposzta, sajt	430	530	990	2090
<b>P Szalonnás</b> mozarella, szalonna, sajt	430	530	990	2090
<b>P Csicse</b> mozarella, csicse, krumpli, sajt	430	530	990	2090
<b>P Földi káposzta</b> mozarella, földi káposzta, sajt	430	530	990	2090
<b>P Sajtó</b> mozarella, krumpli, káposzta, sajt	430	530	990	2090

### KÖSSZANTALMA

Összesen: **4 000 Ft**

\* megrendelés az asztal díj

Neve: \_\_\_\_\_  
 Város: \_\_\_\_\_  
 Cím: \_\_\_\_\_  
 Telefon: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_  
 Megjegyzés: \_\_\_\_\_

☐ jelszó meg a rendeléshez

### Főmenüs pizzák

	Normal	Small	Medium	Large
<b>P Hawaii</b> mozarella, krumpli, ananász, káposzta, sajt	710	910	1690	2190
<b>P Szendvics</b> mozarella, szendvics, krumpli, káposzta, sajt	710	910	1690	2190
<b>P Spicce</b> sajtó, krumpli, csicse, káposzta, sajt	710	910	1690	2190
<b>P Mexikói</b> mozarella, csicse, krumpli, káposzta, sajt	710	910	1690	2190

### AKCIÓ!!!

**EGYET FIZET, KETTŐT KAP !!**

\* Készletünk díj: 180 Ft. A doboz ára 70 Ft.  
 \*\* Az ajánlat kizárólag a 2500-as pizzák vonatkozásában érvényes.

Másnap délelőtt állított négy haverom, 11-kor már nagyon éhesek voltunk, rendeltünk egy-egy pizzát. Anna és Juli közösen kértek egy sonkás pizzát, a fiúk pedig egy-egy kicsi gombásat, én egy közepes mexikóit. Ez vajon mennyibe kerülhetett?

A: 3360 Ft      B: 3570 Ft  
 C: 3780 Ft      D: 2460 Ft

A pizzafutár hozott egy 20%-os engedményre jogosító ajándékkupont is. Miután megérkezett a pizzánk, olyan jó illata volt, hogy anyuék is úgy döntöttek, ők is pizzát esznek ebédre. Apa beült a kocsiba, vitte a kupont és hozott magának egy nagyobb Erdő kapitánya pizzát, anyának pedig egy kicsit kisebb ananászos pizzát. Mennyi pénzt kellett apunak legalább vinni a pizzériába?

A: 1400 Ft      B: 1700 Ft  
 C: 2100 Ft      D: 2400 Ft

Egész jól jártak a végén!

14.1. ábra. Példafeladat a területspecifikus komplex problémamegoldó feladatlapról

Az utóbbi években tapasztalt jelentős mértékű fejlődés a pedagógiai mérés-értékelés terén, valamint a technológia rapid változása, rohamos elterjedése és iskolai megjelenése új lehetőségeket teremtett a problémamegoldó képesség vizsgálata terén, háttérbe szorítva a korábbi papíralapú, statikus problémahelyzetekre alapozó kutatásokat, és előtérbe állítva a 21. századra jellemző, dinamikusan változó, interaktív problémahelyzetek segítségével megvalósuló méréseket. A technológia integrációja az adatfelvételbe olyan új eszközöket (pl. multimédia alkalmazása, dinamikusan változó problémakörnyezet, társas problémamegoldás) kínált és kínál a problémamegoldó képesség fejlődését és fejlesztési lehetőségeit vizsgáló kutatók számára, melyek forradalmasítják a problémamegoldásra vonatkozó korábbi modelleket és teszteseteket.

## A problémamegoldó képesség számítógép-alapú mérési lehetőségei

A 21. század polgára már nem boldogulhat az életét minden területen körbevevő interaktív technológiai eszközök használata nélkül. Ezek meghatározzák szórakozási tevékenységeinket, munkánkat, kommunikációs szokásainkat. Az mp3-lejátszó, a távirányító, a televízió, a mobiltelefon, a fénymásoló, sőt ma már a mosógép beindításához és használatához is az adott géppel való interakciók sorozatára van szükség: különböző gombok bizonyos sorrendben való lenyomására, tekerésére, esetleg az eszközt vezérlő program érintőképernyőn keresztüli irányítására. Megváltoztak kapcsolattartási lehetőségeink és szokásaink. Egymástól több ezer kilométerre élő és dolgozó emberek is a nap bármely időszakában könnyedén tudnak egymással kapcsolatot teremteni. A közösségi média és technológia adta lehetőségeket kihasználva fokozatosan előtérbe került a csoportos munka fontossága a korábbi egyéni munka helyett. Ma már nemcsak egy szakember, hanem szakemberek egy csoportja dolgozik egy-egy megoldandó problémán, azaz nemcsak önállóan, hanem másokkal együttműködve is elvárás a jó, sőt az egyéninél magasabb szintű problémamegoldó hatékonyság.

A mindezt lehetővé tevő új szoftveres és hardveres technológiák állandó tanulásra és ezzel párhuzamosan problémamegoldásra készítetnek minket. Ma már természetesnek veszik, hogy mindenki tudja kezelni automatizált környezetét, mobiltelefonját, háztartási eszközeit, autóját, a munkahelyén lévő technikai eszközöket. A 21. század embere egy nap alatt a korábban nem tapasztalt mennyiségű interakcióba lép a különböző technológiai eszközökkel, miközben nem egyedül, hanem csoportban, mások ismereteit, problémamegoldó stratégiáit integrálva, véleményét, személyiségét kezelve dolgozik.

Mindezt a dinamizmust, a problémamegoldó képesség fontosságának előtérbe kerülését az interaktív, illetve kollaboratív környezetben nem lehet figyelmen kívül hagyni, és megmaradni a papíralapon továbbra is statikus problémák segítségével végzett kutatások mellett, amelyek eredményei egyre kevésbé tükrözik azt, hogy a mai kor diákja milyen jó problémamegoldónak bizonyul a technológiai eszközökkel telített mindennapi életében, illetve társas környezetében.

Ennek következtében 12 évvel az ezredforduló után a nemzetközi nagymintás mérésekben is újradefiniálták a problémamegoldó gondolkodást



(PISA 2003) – kihasználva a számítógép-alapú tesztelés adta előnyöket –, és előtérbe került egyrészt a problémamegoldó képesség interaktív, dinamikus (PISA 2012), másrészt kollaboratív, társas környezetben való vizsgálata (PISA 2015), amely tendenciába a mai hazai vonatkozó kutatások is illeszkednek.

A problémamegoldó képesség nagymintás vizsgálatának papíralapú megvalósítása számos korlátot jelentett a kutatók számára. E korlátokat átlépve a technológia elterjedtségének köszönhetően mára már számos lehetőség adódik e kulcsfontosságú képesség különböző dimenziókban zajló vizsgálatára. A papíralapú tesztelésről számítógép-alapú tesztelésre való átállás azonban nemcsak lehetőségeket, hanem számos kihívást is jelent és jelentett. Vajon ugyanazon képesség kutatása esetén ténylegesen ugyanazt mérjük-e papír- és számítógép-alapon? Ha már a problémák összeállítása során jobban kihasználjuk a technológia adta lehetőségeket, és második, illetve harmadik generációs tesztek alkalmazva túllépünk a hagyományos tesztelés adta korlátokon, a diákok eléggé felkészültek-e ezek használatára? Milyen mértékben kezelhető még a problémák változatossága és az adatfelvétel megváltozott körülményeiből eredő változók számának növekedése?

A problémamegoldó képesség vizsgálatának papíralapú tesztelésről számítógép-alapú tesztelésre való átállása hasonlóan a többi, korábban is vizsgált képességterületen alkalmazott eljáráshoz fokozatos volt, kiküszöbölve és monitorozva a tesztelés megváltozott közvetítő eszköze okozta esetleges nemkívánatos mellékhatásokat. Első lépésben a korábban papíralapon megjelenített problémák digitalizálása valósult meg. Már itt is megmutatkozott a számítógép-alapú tesztelés egyik előnye, színesek és ezáltal élvezhetőbbek, motiválóbbak lettek a megoldandó problémák. A teszt azonban továbbra is első generációs, hagyományos, lineáris teszt maradt, és nem használta ki a multimédia adta lehetőségek széles skáláját. A kutatás eredményeiről lásd *Molnár* (2013a, b) tanulmányát.

A számítógépes tesztelésre való átállás következő lépcsőfokán második generációs tesztek alkalmazására került sor, azaz bár ismételten statikus, de már a multimédia adta lehetőségeket kihasználó (pl. hangot tartalmazó) problémahelyzeteket közvetített. Ezzel a megoldással az olvasni még nem tudó diákok is részt tudtak venni a tesztelésben, miután a megoldandó problémák gombnyomásra meghallgathatóak voltak. Ezzel az eljárással jelentős mértékben csökkenthető a problémák megismeréséhez szükséges olvasási képesség fejlettségi szintjének teljesítményt meghatározó ereje.

A számítógép-alapú egyéni tesztelés ma adott lehetőségeit teljes mértékben kihasználva a papíralapú teszteléstől való eltávolodás harmadik fázisában mind a multimédia adta lehetőségek (pl. a megoldandó problémák meghallgathatóak), mind az interaktivitást biztosító dinamikusan változó elemek megjelentek a problémákban. Így kihasználták a harmadik generációs tesztek adta lehetőségeket, amelyek sem a hagyományos papíralapú, sem az első és második generációs számítógép-alapú teszteléssel nem érhetőek el. Harmadik generációs tesztek alkalmazásával lehetővé vált a problémamegoldó képesség korábban nem vizsgált aspektusainak kutatása (Molnár, 2012; Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó, 2013; Wüstenberg, Greiff, Molnár és Funke, 2014).

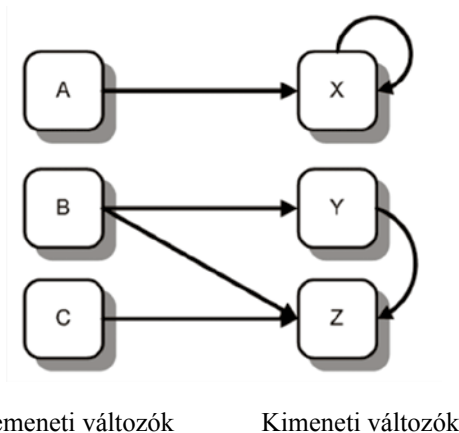
## Dinamikus problémamegoldás

Annak ellenére, hogy a 21. század emberének életében a korábban nem tapasztalt mennyiségű interaktivitás és dinamikusság mesterséges környezetből fakad, a körülöttünk lévő, hihetetlen gyorsasággal fejlődő technológiai eszközök és programok okozzák, e környezet modellezése méréselméleti szempontból jelentős feladatot ró a kutatókra. *Bucher* (1995) az interaktív problémamegoldó képesség mérésének két elfogadott megközelítését foglalja össze: számítógépen szimulált, a valós élethez hasonlóan számos változót tartalmazó mikrovilágok (pl. *Dörner* híres Lohhausen-problémája 2000-nél több változót tartalmaz, *Dörner*, *Kreuzig*, *Reither* és *Stäudel*, 1983), vagy mesterséges, egyszerűsített, bizonyos szabályokat követő, de mégis összetett probléma alkalmazása (pl. a lineáris egyenletekre épülő DYNAMIS-megközelítés, *Funke* [1992]).

Pszichometriai szempontból az adatfelvételhez szükséges idő, a probléma valódisága, életszerűsége, a mérés validitása, reliabilitása, a problémák skálázhatósága, a mögöttes méréselméleti modell tekintetében mindkét lehetőség számos előnnyel és hátránnyal bír (részletesen lásd *Greiff*, 2012). Míg az előbbi jobban leképezi a mindennapi élet problémáit, addig az utóbbi méréselméleti szempontból kedvezőbb tulajdonságokkal írható le. A Lohhausen-probléma nehézségi szintje nehezen skálázható, adatfelvétele sok órát vesz igénybe, ellenben a DYNAMIS-megközelítésen alapuló mesterséges probléma néhány perc alatt megoldható, nehézség tekintetében könnyen skálázható. Előbbiből nehézkes akár egy teszt összeállítása

is, miután egy probléma megoldása is sok órát vesz igénybe, a probléma egyes részeinek megoldása pedig függ egymástól, utóbbi esetén számos problémát tartalmazhat például egy iskolai tanóra alatt megoldható teszt. A két megközelítés közös tulajdonsága, hogy számítógép-alapú teszteléshez kötött.

Hazánkban a PISA-kutatásokban is alkalmazott, DYNAMIS-megközelítésre alapozó MicroDYN-modellt adaptáltuk, amely alapvetően nagymintás, számítógép-alapú tesztelést alkalmazó pedagógiai kutatások kivitelezésére lett kidolgozva. Az elméleti keretrendszernek megfelelő interaktív, dinamikusan változó, korlátozott mennyiségű (maximum három nem valós, kitalált nevekkal ellátott bemeneti és három kimeneti) változót tartalmazó (14.2. ábra), jól meghatározott, a tesztelt személy számára előre ismeretlen relációkkal, függvényekkel leírható fiktív kontextusú problémahelyzeteket tartalmaz, amelyek 3-4 perc alatt megismerhetőek, azonosíthatóak, felfedezhetőek (tudáselsajátítás fázisa), utána a megadott cél elérése érdekében működtethetőek (tudásalkalmazás fázisa). Az adatfelvétel során a problémamegoldók csak a bemeneti változók értékét manipulálhatták (Wüstenberg, Greiff és Funke, 2012), aminek hatására dinamikusan változott a probléma.



14.2. ábra. Egy tipikus MicroDYN probléma szerkezete három bemeneti (A, B, C) és három kimeneti (X, Y, Z) változóval, valamint különböző típusú hatásmechanizmusokkal (egy és többszörös hatás, egyszeres és többszörös függés, öndinamika és mellékhatás). (Forrás: Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó, 2013)

## Kollaboratív problémamegoldás

A mai modern munkakörnyezet nem pusztán az infokommunikációs technológiai eszközök adaptív felhasználásának képességét, illetve a kreatív, dinamikus problémamegoldó képességet követeli meg a munkavállalóktól, hanem egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a hatékony csoportos munkavégzéshez szükséges képességek, mint a fejlett kommunikációs és együttműködő készség vagy a problémák csoportos, azaz kollaboratív megoldásának képessége is. Ahhoz, hogy a kulcsfontosságú 21. századi képességként számon tartott (Binkley és mtsai., 2011) kollaboratív problémamegoldó képesség iskolai kontextusban zajló fejlesztését nyomon követhessük, eredményességét diagnosztizálni tudjuk, megfelelő mérőeszközökre van szükség.

Miután a kollaboratív problémamegoldó képesség több, önmagában is komplex képességből áll, a megfelelő megbízhatóságú mérőeszköz kidolgozása számos nehézségbe ütközik (Pásztor-Kovács, 2013). A leíró modellek (O'Neil, Chuang és Chung, 2003; Hesse, Buder, Care, Griffin és Sassenberg, 2013; OECD, 2013) jellemzően két fő komponensét emelik ki a képességnek, amely komponensek gyökeresen eltérő, egymással nehezen összeegyeztethető mérési kultúrával rendelkeznek: a kognitív vagy problémamegoldó összetevő vizsgálatára általában teszteljárásokat alkalmazunk, míg a szociális képességek elemzésére elsősorban kvalitatív eszközök (megfigyelés, interjú), valamint attitűdskálák szolgálnak. A mérés szintjének módosítása újabb problémát jelent, eddig ugyanis a csoportban végzett problémamegoldó kísérletek leginkább a csoport teljesítményére fókuszáltak, és nem az egyén teljesítményére a csoportban (Greiff, 2012).

A problémamegoldó képesség mérésére kidolgozott eljárások a kor követelményeinek megfelelően egyre inkább élnek a technológia nyújtotta lehetőségekkel. A kollaboratív problémamegoldó képesség esetén azonban külön kihívást jelent a számítógép-alapú mérés megvalósítása. A kollaboráció végkifejlete ugyanis nagyban múlik személyes tényezőkön, a kommunikáció sikerességén. A számítógépes mérési megoldások, amelyben a beszélgetés online, e-mailben vagy chaten zajlik, egyelőre nehezen tudják kezelni a non-verbális csatorna hiányából adódó adatvesztést. A videotelefonos szoftverek segítségével ugyan megjeleníthető a kollaboráló partnerek arca, a szemkontaktus felvétele azonban még ily módon sem lehetséges, nem beszélve arról, hogy az így nyert adatok feldolgozása egyelőre problematikus. Figyelembe véve azonban azt a tendenciát, hogy az online kollaboráció, amely akár

kontinensnyi távolságok áthidalására is képes, egyre gyakoribb formája az együttműködésnek, mégis megfontolandó a kollaboratív problémamegoldó képesség mérése esetében is építenünk a technológiára. Az adatelemzés kényelme pedig, amelyet a chates vagy e-mailen keresztül történő üzenetváltás esetében automatikusan rendelkezésünkre álló tartalom, illetve hosszú távon az automatikus adatkódolás ígérete nyújt, főleg nagymintás mérések kivitelezésekor kimondottan a számítógépes mérés megvalósítása mellett szól.

A generalizáció problémáját, amelyet a végtelen számú potenciális viselkedési mintázat okoz egy kollaboratív helyzetben, a PISA-mérés szakértői egy olyan számítógépes szoftver alkalmazásával kívánják kontrollálni, amely egy páros problémamegoldó helyzetben kollaboráló partnerként funkcionál (OECD, 2013). Ez a megoldás számos előnye ellenére komoly validitási kérdéseket vet fel, hiszen nehezen várhatunk el tényleges érzelmi kommunikációt egy beszélgető szoftvertől, legyen az bármilyen realisztikus.

Mérlegelve a különböző mérési lehetőségek előnyeit és hátrányait, illetve a 21. századi igényeket, a szegedi műhely keretein belül az eDia platform (Molnár és Csapó, 2013) segítségével olyan online mérésre készülünk, amelyben négyfős csoportokban kollaborálnak a gyermekek chaten keresztül (Pásztor-Kovács, 2013). Az automatikus kódoló rendszer biztosítására az interakciók tartalmának elemzésére alapozva, amelyeket pilotvizsgálatainkban nyerünk, előre definiált üzeneteket kreálunk. A diákok azonban nem kizárólagosan ezeket az üzeneteket használhatják fel a beszélgetésben, úttörő módon saját üzeneteik beírására is lehetőségük nyílik majd az eljárás során. További célunk az így készült mérőeszközünket hazai mintán standardizálni, ezzel együtt egy felhasználóbarát, diagnózisra alkalmas tesztet átnyújtani a gyakorló pedagógusoknak, fejlesztő szakembereknek.

## **A problémamegoldó képesség számítógép-alapú mérése harmadik generációs tesztekkel**

### **Célok**

A kutatás fő célja annak feltérképezése, hogy (1) felkészültek-e a kisiskolás diákok a harmadik generációs tesztekkel végzett számítógép-alapú tesztre, (2) széles életkori intervallumban alkalmazhatóak-e harmadik gene-

rációs tesztek problémamegoldó gondolkodásuk fejlettségi szintjének feltérképezése céljából, (3) hogyan fejlődik a problémamegoldó gondolkodás, és a fejlődés menete illeszkedik-e a korábbi, a problémamegoldó gondolkodást más dimenzióban vizsgáló kutatási eredményekhez, illetve a korábbi gondolkodási képességeket vizsgáló kutatási eredményekhez.

A kutatás nemzetközi szinten is hiánypótló, ugyanis eddig főképp 15 éves korosztály tesztelésére alkalmazták a MicroDYN megközelítés fényében készített feladatokat, alkalmazására kisiskolás diákok körében, tág életkori intervallumban még nem került sor.

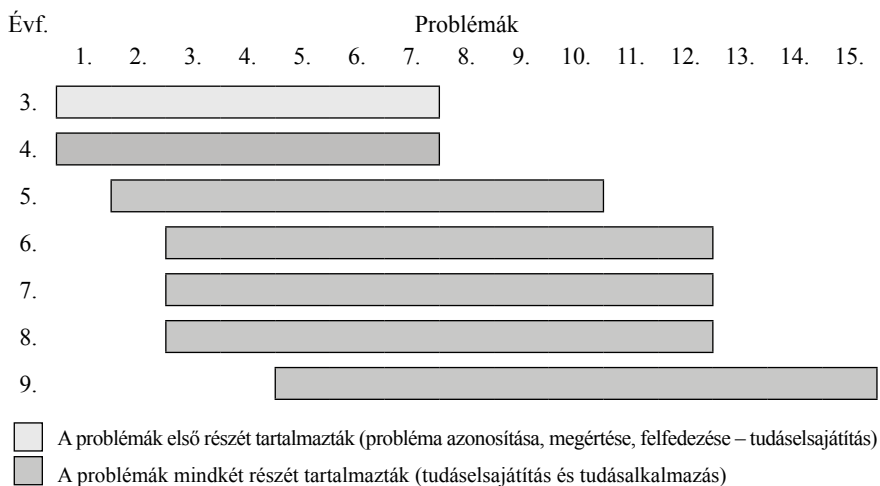
## Módszerek

A mintát 3–9. évfolyamos diákok alkották ( $n = 1291$ ), évfolyamonként átlagosan 200 fővel (a 9. évfolyam elemszáma volt alacsonyabb,  $n = 73$ ). Az iskolákat egy több mint 300 iskolát tartalmazó, a magyar iskolarendszer tekintetében reprezentatívnak tekinthető adatbázisból véletlenszerűen választottuk.

A tesztek alapját egy magyarázattal egybekötött kezdő, úgynevezett mintafeladat, plusz 15 különböző nehézségű dinamikus, területfüggetlen, a Heidelbergi és Luxemburgi Egyetem kutatói (*Wüstenberg, Greiff és Funke, 2012*) által kidolgozott, majd egy közös kutatás keretein belül (lásd pl. *Greiff, Wüstenberg, Molnár, Fischer, Funke és Csapó, 2013; Molnár, Greiff és Csapó, 2013*) adaptált feladatrendszer alkotta. A 15 különálló problémából kétféle horgonyzási technikát ötvözve (egyszerű horgony, zsíros horgony, *Molnár, 2013b*) öt különböző nehézségi szintű tesztet állítottunk össze. A horgonyzás szerkezetét a 14.3. ábra mutatja. A problémák a MicroDYN megközelítésen alapultak, és felépítésükben azonosak a PISA 2012 dinamikus problémamegoldás modul kutatásában alkalmazott interaktív problémákkal. A problémákat a diákok minden esetben meg tudták hallgatni, kiküszöbölve az olvasási nehézségeket és az olvasási különbségekből eredő esetleges teljesítménykülönbségeket.

A problémákat a diákok által kedvelt, ismerős kontextusban (pl. mindennapi élet, videojátékok) fogalmaztuk meg, ugyanakkor szerkezetük miatt számukra újak voltak, a megoldás során előzetes ismereteiket nem tudták alkalmazni. A 14.4. ábra a teszt egy problémájának részletét mutatja. A probléma megoldásának első fázisában a diákoknak fel kell fedezniük a

rendszert, azaz a három bemeneti változó értékeit szabadon változtatva és megfigyelve a kimeneti változók értékváltozását, fel kell ismerni a probléma háttérben lévő összefüggésrendszert. A változók egymással való kapcsolatát nyilak segítségével a probléma alatt található, a bemeneti és kimeneti változókat megjelenítő modellen meg is kell jeleníteni.



14.3. ábra. A kutatás felépítése – a problémák horgonyzása

A problémák második fázisában működtetni kell a rendszert, azaz megismerve a valódi összefüggéseket (a program megjeleníti a problémamegoldó számára a helyes összefüggésrendszert), a bemeneti változók értékeit állítva elérni a kimeneti változók előre meghatározott célértékeit (részletesen lásd *Molnár*, 2013). Mindezt a problémák megoldójának maximum 4 lépésben és 180 másodperc alatt kell elérnie.

Az adatfelvétel elején a tanulók videó segítségével sajátíthatták el a rendszer és a teszt használatának módját. A számítógép-alapú teszt megoldására egy tanítási óra állt a diákok rendelkezésére, és erre az iskola számítógépes termeiben került sor. A teszt közvetítése online történt az eDia-platform segítségével. Az adatfelvétel előtt felhívtuk az iskolák figyelmét arra, hogy a problémák megoldásához a diákoknak fejhallgatóra és internetkapcsolatra lesz szüksége.

A tág életkori intervallum miatt a különböző évfolyamos tanulók nem ugyanazt a tesztet oldották meg, de az egyes feladatlapok közötti azonos problémák (horgonyitemek) lehetővé tették az eredmények összehasonlíthatóságát, jellemzését közös skálán. Az adatok skálázását Rasch-moddal végeztük, a diákok képességszintjének meghatározásához „mle” (Maximum Likelihood Estimate) értékeket, míg az egy kohorszra vonatkozó átlagos képességszint-meghatározásokhoz plauzibilis értékeket (pv) számoltunk. A logitskálán lévő értékeket a korábbi hazai (Molnár, 2012; Molnár, Greiff és Csapó, 2013) és nemzetközi kutatások (PISA-kutatás) fényében 9. évfolyamos (15 éves) diákok eredménye alapján lineáris transzformációval 500 pont átlagú és 100 pont szórású skálára transzformáltuk. A görbeillesztés során négy paraméteres logisztikus görbe  $[F(x) = ((A-D)/(1+((x/C)^B))) + D]$ ; A: minimum aszimptota, B: meredekség, C: inflexiós pont, D: maximum aszimptota] függvényt használtunk.

14.4. ábra. A teszt egyik problémájának első része. (Egy hatalmas pillangóházban háromféle pillangót tenyésztasz: pirospillét, kékpillét és zöldpillét. A pillangók sajnos nem úgy fejlődnek, ahogy te szeretnéd, ezért új virágokat telepítesz a pillangóházba: vadbogyót, sápadtlevelet és napfűvet. Ezek nektárja remélhetőleg segíti a pillangók fejlődését. Találd ki, hogy a vadbogyó, a sápadtlevél és a napfű nektárja milyen hatással van a különböző pillangófélék fejlődésére!)



## Mérési eredmények

A 15 interaktív, dinamikus probléma feladatbankszintű reliabilitásmutatója (személyszeparációs reliabilitás = 0,79) és az azokból összeállított problémamegoldó gondolkodást mérő harmadik generációs tesztek belső konzisztenciája is minden egyes évfolyamon megfelelőnek bizonyult. Évfolyamonkénti (tesztenkénti) bontásban a harmadik évfolyamos diákok eredményei alapján számolt jóságmutató volt a legalacsonyabb (Cronbach- $\alpha$  = 0,75), negyedik évfolyamtól kilencedik évfolyamig a reliabilitásmutató értéke 0,82 és 0,87 között mozgott (14.1. táblázat).

14.1. táblázat. A dinamikus problémamegoldás tesztváltozatok reliabilitásmutatói

Évfolyam	Itemszám	Chronbach- $\alpha$
3.	8	0,75
4.	16	0,82
5.	20	0,85
6–8.	22	0,87
9.	24	0,87

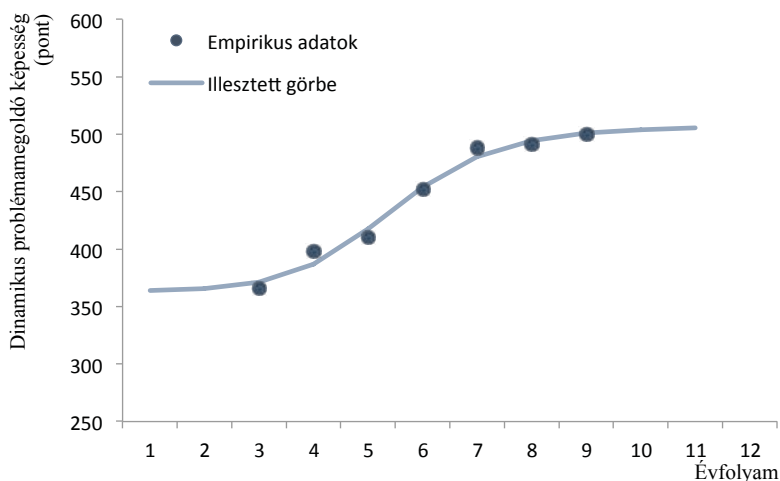
Az évfolyamok átlagos képességszintjének függvényében végzett itemszintű elemzés eredménye alapján megállapítható, hogy a kidolgozott problémák összességükben nehéznek bizonyultak a diákok számára, ugyanakkor – amint a reliabilitásmutatók értékei is jelezték – még alkalmasak voltak képességszintjük diagnosztizálására. Az itemek nehézségi szintjei (–3,5 és +3,5 logitegység között) és az évfolyamok átlagos képességszintje (–1,5 és +1,0 logitegység között) azonos skálán mozogtak, habár arányaiban több olyan item szerepelt a tesztekben, amelyek alapvetően magasabb képességszint-tartományban (14.5. ábra) mérnek igazán hatékonyan. A 14.5. ábra bal oldali része a közös nehézségi, illetve képességszintskálát mutatja, a középső oszlopban elhelyezett számok a teszt egyes problémáit reprezentálják, a vertikális skálán elfoglalt helyük pedig a probléma nehézségére utal. Az ábra jobb oldali része az évfolyamok átlagos képességszintjét mutatja, minden egyes szám az azonos számú évfolyamot reprezentálja. A fejlődési folyamatok ismertetése során a 9. évfolyamos diákok eredményei alapján a 14.5. ábrán alkalmazott skálát egy 500 átlagú és 100 szórású skálára transzformáltuk.

Logitskála	Item	Évfolyam	
	28		
3	30		
	27		
	25		
2	20		
	26		
	6 8 24		
	31 32		
1	22 29	9	
		7 8	
		6	
	2		
0	13 19		
	17		
		5	
	4 23	4	
-1	3 14		
	18		
	5 12		
	9 16	3	
	7 10 11 21		
-2			
-3	1		
	15		
-4			

14.5. ábra. Az itemek nehézségi indexei az évfolyamok átlagos képességszintjének függvényében (a minta átlagos képességszintje 0-ra transzformált, részletesebben lásd Molnár, 2013)

A dinamikus problémák megoldottsága alapján megállapítható, hogy minden egyes évfolyamon nő vagy stagnál a diákok interaktív problémamegoldó képességének fejlettségi szintje (14.6. ábra). A fejlődés mértéke relatív lassú és évfolyamonként változó, átlagosan évenként a szórás ötödével fejlődik.

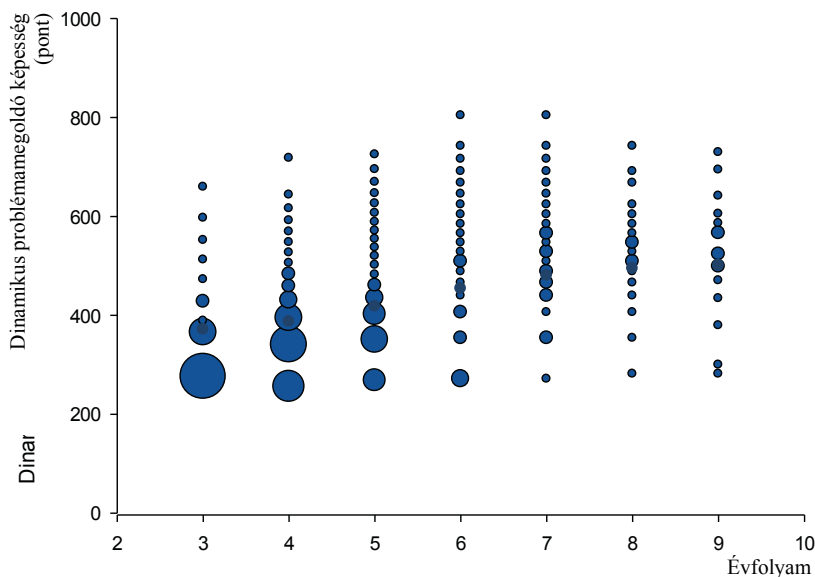
A legjelentősebb, az éves átlagos fejlődés kétszeresének megfelelő gyorsaságú éves fejlődés (80 pont) 5. és 7. évfolyam között van, míg 8. évfolyamon stagnálás tapasztalható. Harmadik évfolyamtól kilencedik évfolyamig összességében 134 pontos fejlődés figyelhető meg, ami csak kismértékben haladja meg az évfolyamonkénti bontásban számolt szórás átlagos értékét (106 pont). Az empirikus adatokra illesztett négy paraméteres logisztikus görbe jól illeszkedik az adatokhoz ( $R^2 = 0,98$ ), ezért a görbe paraméterei alkalmasak e képesség fejlődésének jellemzésére. Az illesztett logisztikus görbe inflexiós pontja 6. évfolyamra tehető.



14.6. ábra. A dinamikus problémamegoldó képesség fejlődése 3–9. évfolyamon

A diákok között egy évfolyamon belül jelentkező képességszintbeli különbségek nagyobbak, mint a 3. és 9. évfolyamos diákok átlagos teljesítménye közötti különbség (14.7. ábra). Minden egyes vizsgált évfolyamon a legalacsonyabb képességszintű diákok a 300 képességpont alatti tartományban vannak, ami alacsonyabb, mint egy átlagos 3. évfolyamos diák képességszintje (365

pont). Annak ellenére, hogy a legalacsonyabb képességszint-tartományban lévő diákok száma az évek előrehaladtával fokozatosan csökken, minden évfolyamon jelentkeznek lemaradók. A másik oldalról nézve, a legjobban teljesítő harmadik osztályos diákok (659 pont) szignifikánsan magasabb képességszintűek, mint egy átlagos kilencedik évfolyamos diák (500 pont).



14.7. ábra. A dinamikus problémamegoldó képesség fejlettségi szintjének eloszlása 3–9. évfolyamon

## Az eredmények értékelése, további kutatási feladatok

A feladatbank- és tesztszintű reliabilitásmutatók, valamint itemnehézségi értékek megerősítették azt az előzetes hipotézisünket, mely szerint mind kisiskoláskorban, mind idősebb diákok körében alkalmazhatóak és használhatóak a harmadik generációs számítógép-alapú tesztek. Bár összességében még nehéznek bizonyult a teszt és használata, nem jelentett megoldhatatlan problémát a diákok számára. A diákok jelentős része számítógép-használat tekintetében felkészült a harmadik generációs tesztekkel megvalósuló számítógép-alapú tesztelésre.

Az összeállított tesztek jól mértek, mind itembank, mind teszt szintjén megfelelőek a dinamikus problémamegoldó képesség fejlettségi szintjének vizsgálatára 3–9. évfolyamos korban, a kutatás eredményei általánosíthatóak. A feladatbank továbbfejlesztése kapcsán – a minél pontosabb lefedés érdekében – érdemes több könnyebb feladattal kiegészíteni azt, az alacsonyabb évfolyamos és magasabb évfolyamos, de alacsonyabb képességszintű diákok képességszintmérésének még hatékonyabb megvalósítása érdekében. Az évfolyamonként növekedő reliabilitásmutatók értéke, illetve az itemnehézségi indexek és átlagos képességparaméterek összehasonlítása arra enged következtetni, hogy a felsőbb évfolyamokon alkalmazott tesztek megfelelőek a 9. évfolyamnál idősebb diákok mérésére is. Ez további kutatás tárgyát képezi.

A képességfejlődésre vonatkozó eredmények egybecsengenek korábbi és a problémamegoldó képesség (l. pl. *Molnár*, 2004, 2006, 2013a; *Molnár*, *Greiff* és *Csapó*, 2013), illetve más olyan képességek területén tapasztalt fejlődéssel (l. pl. *Molnár* és *Csapó*, 2011; *Csapó* és *Molnár*, 2012), amelyeket az iskolai oktatás keretei között nem vagy csak alacsony hatékonysággal fejlesztenek explicit módon (*Nagy*, 2010). A képességfejlődés menete jellemezhető egy négy paraméteres logisztikus görbével, melynek inflexiós pontja 6. évfolyamra tehető. Ekkor a fejlődés menetében jelentős változás következik be. Az addig gyorsuló képességfejlődés fokozatosan lassul, ami szintén alátámasztja a gondolkodási képességek fejlődésével kapcsolatos korábbi tapasztalatokat (*Molnár*, *Greiff* és *Csapó*, 2013).

A 8. évfolyam után tapasztalható lassuló fejlődés több képességterület vizsgálatában is általánosan tapasztalt jelenség. Ennek feltételezésünk szerint több oka is lehet. Egyrészt, hasonlóan a többi gondolkodási képességhez, a problémamegoldó gondolkodás explicit fejlesztése sem valósul meg a hazai iskolarendszerben, és miután a fejlesztésre leginkább érzékeny periódus lezárul, az implicit fejlesztő hatás mértéke is lassul. Másrészt, miután az adatfelvétel időszaka a tanév végére esik, amikor iskolaváltás előtt állnak a 8. évfolyamos diákok, a tesztmegoldás során mutatott motivációjuk jelentős mértékben csökken, ami befolyásolhatja teljesítményüket.

Ha igaz *Popper* állítása, és valóban az életünk minden egyes részén szükségünk van problémamegoldásra, akkor annak fejlesztése kulcsfontosságú feladat. Extrapolálva a fejlődési görbét megállapítható, hogy a kötelező iskoláztatás alatt minden egyes évfolyamon fejlődik, azaz fejleszthető a kulcsfontosságú gondolkodási képesség, sőt a fejlődés, igaz, egyre las-

suló mértékben, de a kötelező iskoláztatás után is, egész életünk folyamán tapasztalható. Az egész életen át tartó tanulás, fejlesztés, fejlesztetheység lehetősége adott. A képességfejlődés menetére vonatkozó elemzések lényeges eredménye – alátámasztva a korábbi, a problémamegoldó gondolkodás fejlődését más dimenzióból vizsgáló eredményeket –, hogy a fejlesztésre leginkább szenzitív szakasz a fejlődés leggyorsabb periódusára, a 6–7. évfolyamra tehető. Az ebben az időszakban végzett esetleges fejlesztés kiemelkedő hatásfokkal bírhat.

Az egy évfolyamon belül tapasztalható, az egész iskoláztatás alatt mérhető fejlődés mértékét meghaladó képességszintbeli különbség szintén azon gondolkodási képességek sajátossága, melyek iskolai explicit fejlesztése nem valósul meg. Ennek hatására fordulhat elő, hogy még középiskolában is van olyan diák, akinek képességszintje a legalacsonyabb képességszintű kisiskolás diákok szintjén van, illetve már a kisiskolás diákok között is van olyan diák, akinek képességszintje vetekszik a legmagasabb képességszintű középiskolás diákokéval, meghaladva a középiskolások átlagos képességszintjét.

További kutatási feladat egyrészt a középiskolás diákok interaktív, dinamikus problémamegoldó képessége fejlődésének jellemzése, a fejlődést meghatározó és befolyásoló tényezők, mint gazdasági-társadalmi háttérváltozók, informatikai műveltség, problémamegoldó stratégiák, kreativitás, általános gondolkodási képességek fejlettségi szintje (mint például induktív gondolkodás) feltérképezése, másrészt a problémamegoldó gondolkodás szociális dimenzióból történő kutatása, a kollaboratív problémamegoldó képesség fejlődési sajátosságainak jellemzése.

## Összegzés

Ebben a fejezetben áttekintettük a problémamegoldó képesség mint a tanulás és tanultak alkalmazásának egy kulcsfontosságú képessége kutatásának legújabb mérés-értékelési tendenciáit, külön hangsúlyt fektetve a pedagógiai kontextusban való papír- és számítógép-alapú tesztelés adta mérési lehetőségekre és egy harmadik generációs tesztek alkalmazó empirikus vizsgálat jelentős, a problémamegoldó gondolkodás 3–9. évfolyamon történő fejlődési tendenciáira vonatkozó eredményeinek ismertetésére. Ahogy azt a legprominensebb nemzetközi nagymintás vizsgálat (OECD PISA)

problémamegoldó képesség mérésére vonatkozó modelljeinek változásában láthatjuk, az életünk minden egyes részét meghatározó gondolkodási képességünk, a problémamegoldó képesség kutatása számos dimenzióból valósítható meg. A kutatások csoportosítása során fókuszálhatunk az alkalmazott problémák típusára, a problémák megoldásában részt vevő egyének számára vagy az adatfelvétel közvetítő eszközére. Ennek függvényében a fejezetben külön kitértünk a területspecifikus komplex, a területfüggetlen interaktív és a kollaboratív problémamegoldó képesség tradicionális és innovatív mérési-értékelési és ezzel párhuzamosan fejlesztési lehetőségeire. Eredményeink szerint a problémamegoldó képesség a kötelező iskoláztatás alatt minden egyes évfolyamon fejlődik, azaz fejleszthető is. A fejlődés menete, hasonlóan más gondolkodási képesség fejlődéséhez, jól jellemezhető egy logisztikus görbével. A fejlesztésre leginkább szenzitív szakasz a fejlődés leggyorsabb periódusára, a 6–7. évfolyamra tehető. A problémamegoldás sikerességét számos általános gondolkodási folyamat is meghatározza, nemcsak problématípus-specifikusan, hanem problémafüggetlenül is releváns kutatási kérdésnek tartjuk a problémamegoldó képesség fejlődésének és fejlesztési lehetőségeinek vizsgálatát. A számítógép-alapú tesztelés olyan új eszközöket és lehetőségeket kínál, amelyek egyrészt lehetővé teszik a problémamegoldó gondolkodás eddig nem vagy csak kevésbé kutatott dimenzióinak, illetve összetevőinek vizsgálatát, másrészt számos új kihívás elé is állítja a kutatókat.

## Irodalom

- Bennett, R. E., Persky, H., Weiss, A. R. és Jenkins, F. (2007): *Problem solving in technology-rich environments*. A report from the NAEP technology-based assessment project, research and development series. National Center for Education Statistics, NCES 2007–466.
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M. és Rumble, M. (2012): Defining twenty-first century skills. In: Griffin, P. E., McGaw, B. és Care, E. (szerk.): *Assessment and teaching of twenty-first century skills*. Springer, Netherlands. 17–66.
- Buchner, A. (1995): Basic topics and approaches to the study of complex problem solving. In: Frensch, P. A. és Funke, J. (szerk.): *Complex problem solving: The European perspective*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 27–63.
- Csapó Benő (2005): A komplex problémamegoldás a PISA 2003 vizsgálatban. *Új Pedagógiai Szemle*, 3. sz. 43–52.

- Csapó Benő és Molnár Gyöngyvér (2012): Gondolkodási készségek és képességek. In: Csapó Benő (szerk.): *Mérlegen a magyar iskola*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 407–440.
- Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F. és Stäudel, T. (szerk., 1983): *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Huber, Bern.
- Frensch, P. A. és Funke, J. (szerk.): *Complex problem solving. The European perspective*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 1995
- Funke, J. (1992): *Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung*. Springer, Heidelberg.
- Funke, J. (2001): Dynamic systems as tools for analysing human judgement. *Thinking and Reasoning*, 7. 1. sz. 69–89.
- Funke, J. (2010): Complex problem solving: A case for complex cognition? *Cognitive Processing*, 11. 133–142.
- Greiff, S. (2012): From interactive to collaborative problem solving: Current issues in the Programme for International Student Assessment. *Review of Psychology*, 19. 2. sz. 111–121.
- Greiff, S., Holt, D. V. és Funke, J. (2013): Perspectives on problem solving in cognitive research and educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *Journal of Problem Solving*, 5. 71–91.
- Greiff, S., Wüstenberg, S., Molnár, Gy., Fischer, A., Funke, J. és Csapó, B. (2013): Complex problem solving in educational contexts – Something beyond g. Concept, assessment, measurement invariance, and construct validity. *Journal of Educational Psychology*, 105. 2. sz. 364–379.
- Griffin, P. E., MacGaw, B. és Care, E. (szerk., 2012): *Assessment and teaching of twenty-first century skills*. Springer, Netherlands.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K. és Griffin, P. (2013): A framework for teachable collaborative problem solving skills. Draft version. Assessment & Teaching of 21st Century Skills.
- Jonassen, D. H. (1997): Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45. 1. sz. 65–94.
- Kontra József (1996): A probléma és problémamegoldás. *Magyar Pedagógia*, 96. 4. sz. 341–365.
- Molnár Gyöngyvér (2001): Az életszerű feladathelyzetekben történő problémamegoldás vizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 101. 3. sz. 347–372.
- Molnár Gyöngyvér (2002): Komplex problémamegoldás vizsgálata 9–17 évesek körében. *Magyar Pedagógia*, 102. 2. sz. 231–264.
- Molnár Gyöngyvér (2006): *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér (2010): Papír- és számítógép-alapú tesztelés összehasonlító vizsgálata problémamegoldó környezetben. In: Perjés István és Kozma Ta-



- más: *Új kutatások a neveléstudományokban*. Aula Kiadó, Corvinus Egyetem, Budapest. 135–144.
- Molnár Gyöngyvér (2012): A problémamegoldó gondolkodás fejlődése: az intelligencia és szocioökonómiai háttér befolyásoló hatása 3–11. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, **112**. 1. sz. 41–58.
- Molnár Gyöngyvér (2013a): Területspecifikus komplex problémamegoldó gondolkodás fejlődése. In: Molnár Gyöngyvér és Korom Erzsébet (szerk.): *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése*. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó, Budapest. 161–180.
- Molnár Gyöngyvér (2013b): *A Rasch modell alkalmazási lehetőségei az empirikus kutatások gyakorlatában*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2011): Az 1–11 évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskála készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, **111**. 2. sz. 127–140.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): *Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer*. XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2012. április 11–13. 82.
- Molnár, Gy., Greiff, S. és Csapó, B. (2013): Inductive reasoning, domain specific and complex problem solving: relations and development. *Thinking Skills and Creativity*, **9**. 8. sz. 35–45.
- Nagy József (2010): *Új pedagógiai kultúra*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Novick, L. R., Hurley, S. M. és Francis, M. (1999): Evidence for abstract, schematic knowledge of three spatial diagram representation. *Memory and Cognition*, **27**. 288–308.
- OECD (2003): *The PISA 2003 assessment framework. Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. OECD, Paris.
- OECD (2004): *Problem solving for tomorrow's world – First measures of cross curricular competencies from PISA 2003*. OECD, Paris.
- OECD (2010): *PISA 2012 Problem solving framework (Draft for Filed Trial)*. OECD, Paris.
- OECD (2013): *PISA 2015 Draft collaborative problem solving framework*.
- O'Neil, H. F., Chuang, S. és Chung, G. K. W. K. (2003): Issues in the computer-based assessment of collaborative problem solving. *Assessment in Education*, **10**. sz. 361–373.
- Pasztor-Kovacs, A. (2013): *Methodological challenges in the assessment of collaborative problem solving*. Paper presented at the 15th European Conference for the Research on Learning and Instruction. Munich, Germany, August 27–31, 2013.
- Pásztor-Kovács Anita (2013): *A kollaboratív problémamegoldás mérése*. XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2013. április 11–13. 109. o.
- Pólya György (1957): *How to solve it*. Princeton University Press, Princeton.
- Pólya György (1969): *A gondolkodás iskolája*. Gondolat Kiadó, Budapest.

- Popper, K. (1999): *All life is problem solving*. Routledge, London, New York.
- Reeff, J. P., Zabal, A. és Blech, C. (2006). *The assessment of problem-solving competencies*. Online-Publication, Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn.
- Revákné Markóczy Ibolya (2001): A problémamegoldó gondolkodást befolyásoló tényezők. *Magyar Pedagógia*, **101**. 3. sz. 267–284.
- Revákné Markóczy Ibolya, Tóth Zoltán és Tóthné Kosztin Beáta (2009): *Természettudományos problémamegoldó stratégiák vizsgálata az általános iskola alsó tagozatában*. IX. Országos Neveléstudományi Konferencia, Veszprém, 2009. november 19–21.
- Schraw, G., Dunkle, M. E. és Bendixen, L. D. (1995): Cognitive processes in well-defined and ill-defined problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, **9**. 6. sz. 523–538.
- Sternberg, R. J. (1995): Expertise in complex problem solving: A comparison of alternative concepts. In: Frensch, P. A. és Funke, J. (szerk.): *Complex Problem Solving. The European perspective*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale. 295–321.
- Wüstenberg, S., Greiff, S. és Funke, J. (2012): Complex problem solving. More than reasoning? *Intelligence*, **40**. 1. sz. 1–14.
- Wüstenberg, S., Greiff, S., Molnár, Gy. és Funke, J. (2014): Determinants of cross-national gender differences in complex problem solving competency. *Learning and Individual Differences*, **29**. 18–29.